

## ОТЗЫВ

официального оппонента

**Гримитлина Александра Моисеевича,**

доктора технических наук, профессора кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» на диссертационную работу *Чулкова Александра Анатольевича «Повышение энергетической эффективности зданий, эксплуатируемых в условиях переменного теплового режима»*, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (отрасль науки – технические).

### ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Диссертационная работа изложена на 163 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и семи приложений. Список использованной литературы включает 97 источников, иллюстрационный материал содержит 76 рисунков, в тексте имеются 31 таблица.

*Во введении* представлена актуальность работы, определены цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, основные положения, выносимые на защиту, сведения об апробации работы.

*Первая глава* содержит обзор научных работ в области исследования процессов нестационарного тепло и массопереноса в ограждающих конструкциях, нестационарного теплообмена в отопительных приборах и тепловой изоляции трубопроводов.

Результаты теоретического и экспериментального исследования процесса нестационарной теплопередачи через ограждающие конструкции в условиях переменного теплового режима подробно изложены *во второй главе*.

В результате математического моделирования получены аналитические зависимости, позволяющие определить энергозатраты и время нагрева

однослойных и многослойных ограждающих конструкций в условиях работы прерывистого отопления. На основе сравнения величин времени нагрева и энергозатрат, полученных с помощью решения задачи точным и предлагаемым автором приближенным аналитическим методом, произведена оценка погрешности разработанной методики расчета. Полученная погрешность вычислений допустима для выполнения инженерных расчетов. Представлены результаты экспериментального исследования процесса нагрева стенки, выполненной из пустотелых керамзитобетонных блоков, в климатической камере. Экспериментальное значение времени нагрева отличается от расчетного значения, полученного приближенным аналитическим методом, на 6 %, что свидетельствует о высокой точности разработанной автором методики расчета. Так же автором выполнено исследование влияния экранированной воздушной прослойки на энергозатраты на нагрев ограждения. Получена формула, позволяющая определить энергозатраты на нагрев ограждения в зависимости от толщины неветилируемого воздушного зазора. Представлены расчеты времени и энергозатрат на нагрев наружных ограждений, выполненных из различных материалов, а также при внутреннем и наружном вариантах утепления.

*В третьей главе* представлены результаты теоретического и экспериментального исследования времени нагрева различных отопительных приборов. Получены аналитические зависимости, позволяющие определить безразмерную температуру стенки отопительных приборов, а также время их нагрева с учетом поправочных коэффициентов, полученных экспериментальным путем.

*Четвертая глава* посвящена вопросам энергоэффективности тепловой изоляции трубопроводов. Немаловажным фактором для повышения энергетической эффективности зданий является показатель тепловых потерь через трубопроводы отопительных систем. Для их уменьшения необходимо использовать высокоэффективную тепловую изоляцию с широким диапазоном использования. Но нельзя не отметить дороговизны



теплоизоляционных материалов. В связи с этим исследования автора в этом направлении являются актуальными в настоящее время.

В данной главе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований тепловой изоляции трубопроводов системы теплоснабжения. Разработана высокоэффективная модель тепловой изоляции трубопроводов на основе пенополиуретановых скорлуп, позволяющая существенно экономить сырье при производстве теплоизоляционных изделий для трубопроводов.

В пятой главе представлено технико-экономическое обоснование применения режима дежурного отопления для зданий индивидуальной застройки, эксплуатируемых периодически. Приведен расчет экономического эффекта. Получены аналитические зависимости, позволяющие определить максимально допустимые толщины теплоизоляционного слоя для однослойных и двухслойных ограждений при эксплуатации зданий в режиме переменной тепловой нагрузки.

Итогом диссертационного исследования является повышение энергетической эффективности зданий, эксплуатируемых в условиях переменного теплового режима за счет применения ограждающих конструкций, имеющих минимальное время нагрева и минимальные энергозатраты на нагрев, а также использовании отопительных приборов малой инертности и эффективной тепловой изоляции трубопроводов.

Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций зданий, эксплуатируемых периодически, рекомендуется выполнять по методике, предложенной автором диссертационного исследования.

## ПОЛНОТА ОПУБЛИКОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

По теме диссертационного исследования опубликовано 17 печатных работ, в том числе 7 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи в журналах SCOPUS, получен 1 патент на полезную модель.

## АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

В настоящее время в РФ зафиксировано повышение спроса на строительство малоэтажного индивидуального жилья в пригородной и сельской местности. Зачастую загородные коттеджи эксплуатируются лишь в выходные и праздничные дни. Для экономии топливных ресурсов на отопление целесообразно эксплуатировать такие здания в режиме переменной тепловой нагрузки. Тепловой режим зданий, эксплуатируемых периодически, является нестационарным. В связи с этим при проектировании таких зданий необходимо учитывать такие важные факторы как время нагрева помещений и энергозатраты на их нагрев. Эти важные показатели напрямую зависят от выбора ограждающих конструкций и элементов системы теплоснабжения зданий. В связи с вышеуказанным актуальной является задача по разработке инженерной методики теплотехнического расчета ограждающих конструкций, позволяющей в кратчайшие сроки выполнить подбор ограждающих конструкций зданий, отвечающих незначительными энергозатратами и временем нагрева; а также задача по разработке инженерной методики расчета динамических характеристик отопительных приборов и разработке высокоэффективной тепловой изоляции трубопроводов.

## СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается системным анализом проведенных автором теоретических и экспериментальных исследований. Использовались методы вычислительного и натурного эксперимента. Все указанные в диссертационной работе положения отвечают поставленным задачам.



## ДОСТОВЕРНОСТЬ И НОВИЗНА НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ

Достоверность результатов исследования обеспечена применением положений теоретического анализа, использованием апробированных математических моделей, использованием современных методов инженерных расчетов, поверенного лабораторного оборудования, сравнением полученных результатов расчетов и опытов с известными экспериментальными и аналитическими данными, патентной чистотой разработанных технических решений. Достигнутые автором исследования результаты не противоречат трудам научного сообщества.

Приведенные автором результаты теоретических и экспериментальных исследований позволяют сделать вывод о новизне научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации и состоящих в:

- получении аналитических зависимостей для определения энергозатрат и времени нагрева многослойных ограждений, а также аналитической зависимости для расчета максимально допустимого значения толщины теплоизоляционного материала наружного ограждения здания, работающего в условиях переменного теплового режима;
- разработке математической модели и получении математических зависимостей для определения энергозатрат и времени нагрева ограждающих конструкций с экранной теплоизоляцией, установлении аналитической зависимости между энергозатратами и толщиной воздушной прослойки;
- нахождении формулы для определения времени нагрева отопительных приборов, а также проведении оценки времени нагрева радиаторов, выполненных из различных материалов, по результатам теоретического и экспериментального исследования;
- разработке новой защищенной патентом конструкции тепловой изоляции трубопроводов систем теплоснабжения на основе пенополиуретановых скорлуп.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Практическая значимость результатов исследования заключается в следующем:

1. Использование разработанной автором методик теплотехнического расчета ограждающих конструкций позволяет определить время и энергозатраты на нагрев конструкций, тем самым способствует выбору наиболее оптимальных конструктивных решений для зданий, эксплуатируемых в режиме дежурного отопления.
2. Разработаны конструкции наружных стен, обладающие минимальными энергозатратами на их нагрев.
3. Получены значения времени нагрева различных отопительных приборов.
4. Разработана модель высокоэффективной конструкции тепловой изоляции трубопроводов систем теплоснабжения.
5. Проведенные автором исследования могут быть использованы при проектировании высокоэффективных жилых домов индивидуальной застройки, эксплуатируемых в условиях переменной тепловой нагрузки.

## ЗАМЕЧАНИЯ

1. Во второй главе рассматриваются варианты наружных ограждений с внутренним утеплением. Не возникнет ли при этом накопление влаги в толще конструкций и не повлияет ли это на ухудшение внутреннего микроклимата помещений.
2. Желательно бы было выполнить оценку времени нагрева отопительных приборов более широкого круга (стальные панельные, трубчатые, конвекторы и т.д.) и составить сводную таблицу для практического применения при проектировании.



3. В четвертой главе рассмотрен вариант экранирования тепловой изоляции трубопроводов, при этом за основу приняты скорлупы из пенополиуретана. Желательно бы было рассмотреть возможность экранирования других материалов (скорлупы из минеральной ваты, вспененные материалы и т.д.)

4. В пятой главе приведены формулы для расчета максимальной толщины изоляции для однослойных и двухслойных вариантов исполнения наружных стен. Желательно бы было рассмотреть и трехслойные конструкции.

5. Предлагаемые в работе расчетные методики было бы целесообразно оформить в виде блок-схем для их лучшего восприятия и удобства использования.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и важности полученных в ней научно-практических результатов, и могут служить рекомендациями к дальнейшим исследованиям.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ О СООТВЕТСВИИ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ТРЕБОВАНИЕМ «ПОЛОЖЕНИЯ О ПРИСУЖДЕНИИ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ»

Диссертационная работа Чулкова А.А. на тему «Повышение энергетической эффективности зданий и сооружений, эксплуатируемых в условиях переменного теплового режима» представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует требованиям пунктов 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 года (с изменениями и дополнениями от 2 августа 2016 года).

Диссертационная работа Чулкова А.А. обладает научной новизной и практической ценностью, а ее автор, Чулков Александр Анатольевич,

заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Официальный оппонент:

Профессор кафедры  
теплогазоснабжения и вентиляции  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский»  
государственный архитектурно-  
строительный университет»,  
доктор технических наук  
(05.23.03 - «Теплоснабжение,  
вентиляция, кондиционирование воздуха  
, газоснабжение и освещение»)

Гримитлин Александр Моисеевич

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», 190005, Санкт-Петербург, 2-ая Красноармейская ул.4, СПбГАСУ

Рабочий телефон: (812) 575-05-31

Электронная почта: [tgsov@spbgasu.ru](mailto:tgsov@spbgasu.ru)

Подпись доктора технических наук, профессора А.М. Гримитлина заверяю:

